

USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA E CONVIVÊNCIA COM A ESCASSEZ: REVISITANDO CONCEITOS E INDICADORES

L. Santos Pereira

Centro de Estudos Engenharia Rural, Instituto Superior de Agronomia
Universidade Técnica de Lisboa, Portugal

Resumo: A sustentabilidade do uso da água tem implicações ambientais, tecnológicas, económicas e sociais que implicam conservação e poupança, quer pela necessidade de considerar a convivência com a escassez, quer no que se refere à qualidade da água. Considerando os regimes de escassez, uns devidos a causas naturais, a aridez e as secas, outros com causas antrópicas, a desertificação e a penúria, aborda-se a dinâmica dos usos, evidenciando que parte dos problemas de escassez resultam do insuficiente controlo da procura. Assim, analisam-se alguns conceitos que estão na base do uso sustentável da água, distinguindo usos e consumos, perdas e desperdícios, usos benéficos e não benéficos e formulando-se uma aproximação aos caminhos para tornar mais eficiente o uso da água em regadio, incluindo a produtividade da água. Consequentemente, propõem-se indicadores apropriados que substituam o uso generalizado do termo "eficiência", tantas vezes mal usado e mal interpretado. Visando a conservação e poupança de água, abordam-se diversas medidas que a ambas se referem, nomeadamente educação, formação, colaboração institucional, informação e participação. Finalmente, analisa-se a problemática dos impactos do "preço" da água como medida indutora de conservação e poupança em regadio, concluindo-se pela necessidade de uma abordagem diferenciada em relação com as condições produtivas a que se pretende aplicar; além disso propõe-se que o valor da água substitua o preço da água, isto é, que se valorize a água e os seus usos de uma forma completa, considerando os valores económicos em conjunto com os ambientais, sociais e culturais.

INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável é objecto de variadas definições e interpretações. Assume-se o que foi proposto pelo WCED (1987): "desenvolvimento que responde às necessidades do presente sem comprometer as capacidades das gerações futuras para responder às suas necessidades", ou; por outras palavras "desenvolvimento sustentável é um processo de mudança pelo qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, as opções de desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais se operam em harmonia e concorrem para aumentar o potencial presente e futuro de resposta às necessidades e aspirações da humanidade". Tal conceito implica opções claras quanto ao uso dos recursos naturais, nomeadamente nas perspectivas de conservação e preservação, com incidências na economia e na sociedade, no progresso científico e tecnológico, e no equilíbrio entre ambientalidade e crescimento do bem estar social. Assim, seguindo o conceito proposto pela FAO (1990), a sustentabilidade do uso dos recursos naturais im-

plica a sua gestão conservativa, que o seu uso seja ambientalmente amigável, recorrendo a tecnologias apropriadas, assegurando a viabilidade económica das soluções técnicas e das tecnologias, e cuidando da aceitabilidade social das inovações.

A sustentabilidade do uso da água implica os mesmos desafios, tanto mais que o recurso água se vem tornando sempre mais escasso, seja porque as quantidades disponíveis são insuficientes para uma procura sempre crescente, seja porque a degradação da qualidade da água a torna menos adequada para usos de maior exigência qualitativa. A insuficiência do recurso torna evidente a necessidade de conservação e de poupança da água, que constituem respostas aos desafios ambientais que se colocam ao uso da água em regadio.

A *conservação da água* consiste em medidas, políticas e de gestão, ou práticas dos utilizadores que visam quer conservar e preservar os recursos hídricos potencialmente disponíveis, tanto em termos de quantidade como de qualidade, quer combater a degradação dos recursos hídricos disponíveis (Pereira *et al.*, 2002a). Por

seu lado, a *poupança de água* consiste em medidas, políticas e de gestão, ou práticas dos utilizadores visando limitar ou controlar a procura e o uso da água para qualquer utilização específica e evitar desperdícios e usos não benéficos da água, podendo implicar impactos sobre a produção e o rendimento.

A conservação da água sempre se praticou nos usos tradicionais da água, nomeadamente domésticos e agrícolas, em particular pela gestão do solo, mas tais práticas perderam progressivamente importância face aos meios tecnológicos que, a pouco e pouco, foram sendo introduzidos e que levaram a modificar ou abandonar as práticas tradicionais. A noção de poupança de água é mais recente por conduzir a usar menos água do que o desejado; no passado era a conservação que prevalecia, nos tempos modernos o sentimento de carência leva os gestores a proclamar a necessidade de poupar. Porém, numa sociedade de abundância como a que conhecemos hoje, poupança e conservação são noções contraditórias ou, pelo menos, estranhas. Assim, tanto conservação como poupança só têm pleno sentido se a gestão da água souber fazer uso dos respectivos conceitos de forma adequada.

Encontrar soluções apropriadas para a conservação e a poupança de água não é apenas responder a solicitações correntes de gestão, é responder a desafios concretos da sustentabilidade do uso da água para situações concretas de carência, é saber conviver com a escassez de água. Porém, como são os problemas

que determinam a escolha das soluções é necessário identificar as causas naturais ou antropogénicas da escassez da água de forma a adequar as medidas e práticas de conservação e poupança às situações que as determinam (Pereira *et al.*, 2002a). Embora ambas respondam aos desafios ambientais que se nos colocam, não são um valor em si mesmas, antes meios de atingir objectivos de sustentabilidade e, naturalmente, de equilíbrio socio-económico no uso agrícola da água.

ESCASSEZ DE ÁGUA

A escassez de água é característica de muitos ambientes e prende-se com várias causas, naturais e antrópicas, como se define na Tabela 1. A aridez e as secas constituem os regimes xéricos naturais, sendo a primeira permanente enquanto as segundas são temporárias, embora possam ser de longa duração. A escassez de água provocada pelo Homem, pelo mau uso e abuso dos recursos naturais, refere-se à desertificação e à penúria de água, podendo-se considerar a primeira como permanente, porque afecta outros recursos naturais, como o solo, tem também origem nas mudanças climáticas e está ligada a processos de despovoamento e de degradação das condições de vida das populações, enquanto a segunda é temporária já que pode ser remediada através de medidas e práticas de conservação e poupança, visando tanto a qualidade como a quantidade do recurso.

ESCASSEZ	Natural	Produzida pelo Homem
Permanente	<p><i>Aridez</i> Precipitação média anual baixa a muito baixa, com grande variabilidade espacial e temporal da precipitação e do escoamento, cheias rápidas, longos períodos secos e ecossistemas frágeis</p>	<p><i>Desertificação</i> Desequilíbrio da disponibilidade de água que ocorre em climas áridos, semi-áridos e sub-húmidos, resultante da degradação da terra devido a uso inadequado do solo, sobre-exploração dos recursos hídricos, erosão e salinização, redução da infiltração, ocorrência mais frequente de cheias rápidas, e deterioração da capacidade de suporte dos ecossistemas, afectando as condições de vida das populações e o despovoamento</p>
Temporária	<p><i>Seca</i> Precipitação persistentemente abaixo da média, ocorrendo com frequência, duração e severidade aleatórias, cuja previsão é difícil ou mesmo impossível, afectando a disponibilidade dos recursos hídricos, os ecossistemas naturais e antrópicos e as actividades socio-económicas</p>	<p><i>Penúria de água</i> Desequilíbrio na disponibilidade de água devido à sobre-exploração de aquíferos e das águas superficiais, inadequada exploração dos reservatórios, degradação da qualidade da água e uso da terra inapropriado resultando a redução da capacidade de suporte dos ecossistemas</p>

Tabela 1. Regimes de escassez de água (adaptado de Pereira *et al.*, 2002a)

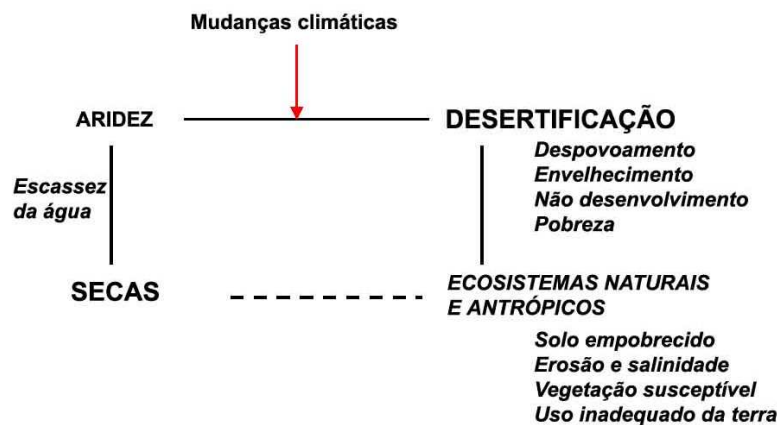


Figura 1. Ciclo secas-aridez-desertificação e sua relação com os recursos naturais e a sociedade

A escassez de água é uma realidade presente na vida de grande parte da população mundial. A grande questão que se põe é a de (re)aprender a convivência com a escassez. Para conviver com a escassez e reconhecer as medidas de conservação e poupança, é necessário adoptar conceitos claros de tais regimes de escassez (Tabela 1), como pretendemos fazer em trabalhos anteriores (Pereira *et al.*, 2002a, b) embora sabendo que muitas outras definições são susceptíveis de ser utilizadas.

A aridez relaciona-se intimamente com o clima, é característica do clima, enquanto as secas são consequência da variabilidade climática. Naturalmente, as secas agravam a escassez própria da aridez e, por isso, requerem não só medidas de mitigação que minorem os seus impactos mas também medidas de prevenção ou de preparação que permitam a aplicação atempada das medidas de mitigação e, bem assim, maximizar os seus resultados.

A desertificação é um processo xérico de carácter permanente provocado pelo Homem, seja pela inadequação do uso da terra e da água, seja pela insuficiência de medidas relativas ao território e às condições de vida das populações, seja ainda pela variação climática induzida pelo Homem à escala global. A susceptibilidade à desertificação é tanto maior quanto a aridez e a fragilidade dos ecossistemas, sendo agravada pelos impactos das secas. Os impactos sociais, económicos e humanos da desertificação e a respectiva dinâmica necessitam de ser claramente reconhecidos (Figura 1) de forma a não considerar a desertificação como um processo puramente ambiental (Pereira e Paulo, 2004; Pereira *et al.*, 2006). A penúria de água, também designada por muitos como seca antrópica, resulta de desequilíbrios entre a procura e as disponibi-

lidades reais dos recursos naturais, constituindo um processo indutivo da desertificação se não for atempadamente controlado e os equilíbrios não forem procurados inteligentemente.

A procura de água tem vindo a crescer muito no último século (Shiklomanov, 2000; UNEP, 2002). Foi esse crescimento que comparado com os recursos existentes, constantes no longo prazo mas variáveis no curto prazo, tornou a escassez questão dominante. Na Europa tal aumento foi de cerca de 12 vezes. Os maiores crescimentos ocorreram em regiões onde a água é necessária para a produção de alimentos e de fibras e onde os avanços tecnológicos foram maiores. A procura é claramente superior para a rega. A taxa de crescimento da procura é, porém, maior para os usos domésticos e industriais do que para a agricultura. O crescimento da procura para usos domésticos é maior nos países de maior densidade populacional, embora os usos per capita sejam substancialmente superiores nos países desenvolvidos e mais ricos, enquanto a fracção de usos industriais é maior e cresce mais nos países industrializados e de clima húmido.

A adopção de medidas de conservação e poupança prende-se forçosamente com a dinâmica de crescimento da procura e com a repartição entre usos. O facto de o sector agrícola ser o maior utilizador faz criar pressão sobre ele no sentido de o tornar alvo privilegiado de medidas de conservação e poupança, pressão que é tanto maior quanto os usos em rega são geralmente tidos como pouco eficientes, embora o conceito que se traduz por este termo não seja adequadamente definido. Assim, a conservação e poupança constituem um pressuposto das políticas ambientais e de gestão da água para as regiões onde o uso em rega domina (UN Water, 2006).

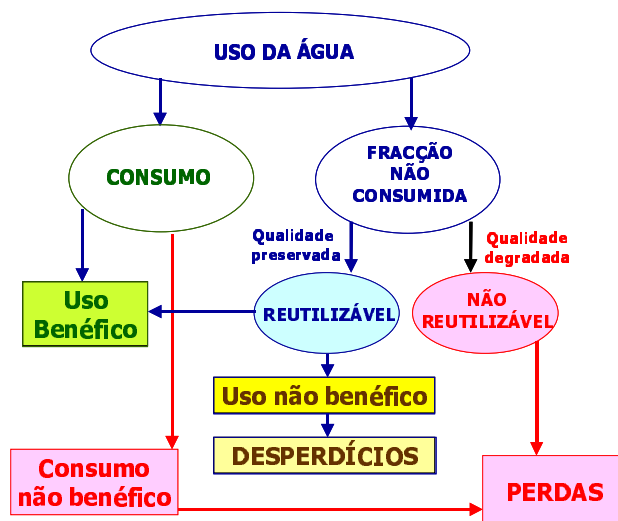


Figura 2. Usos e consumos de água, benéficos e não benéficos; perdas e desperdícios

USOS, CONSUMOS, PERDAS E DESPERDÍCIOS DE ÁGUA

Para muitos, os termos “uso da água” e “consumo de água” são sinónimos. Porém, de facto, não é assim. Uso da água corresponde à mobilização de uma determinada quantidade de água para um certo fim. Todavia, uma parte dessa água é retornada ao ambiente, no mesmo ou noutro local, imediatamente ou passado algum tempo, com qualidade aceitável para reuso ou eventualmente degradada após ter sido usada. A parte não retornada corresponde ao consumo. Por outras palavras, constitui a parte dos recursos hídricos que é extraída do ciclo natural da água (Figura 2).

Em rega, a água consumida é apenas a que é transpirada pelas plantas cultivadas, a que se evapora a partir do solo, de reservatórios ou de canais, e a que é usada por outras plantas não úteis que lhe acedem, bem como a que é incorporada na produção. Autores como Solomon e Davidoff (1999) dão particular atenção ao uso consumptivo ao analisar o desempenho da rega. Várias outras fracções da água usada mas não consumida são as que se infiltram e percolam até aos aquíferos subjacentes a partir de reservatórios, canais e dos campos regados, ou as que escoam para cursos de água superficial por descargas dos canais ou por escoamento como excedentes da rega. Estas águas poderão ser usadas de novo ou, se adicionadas a corpos de água cuja qualidade não permita o reuso, ser então perdidas (cf. Allen *et al.*, 1997; Burt *et al.*, 1997; Pereira *et al.*, 2002a). Diferentemente, da água

de boa qualidade que se recebe em nossas casas a partir de um sistema de abastecimento - uso doméstico - a maior parte é retornada à rede de esgotos com qualidade degradada após ter sido usada em lavagens, banhos, retretes; só uma pequena fracção é consumida. Se aquela água residual for recolhida e tratada, poderá ser usada outra vez, porém em condições menos exigentes em termos qualitativos do que no primeiro uso. Se não for recolhida e tratada para outros usos é desperdiçada e eventualmente irá degradar outros corpos de água, rios ou aquíferos situados a jusante. Será perdida se adicionada a corpos de água cuja qualidade não permita reuso.

Devemos igualmente distinguir perdas de água e desperdícios de água (Figura 2). No exemplo acima, perdas serão as águas evaporadas sem que tal processo tenha correspondido a necessidades da produção e as águas adicionadas a corpos de água que não permitem reuso. De resto, as restantes fracções ou foram consumidas para o objectivo escolhido ou regressaram à natureza, podendo ser usadas de novo, mais tarde e por outros utilizadores. Serão desperdícios as quantidades de água que foram usadas em excesso relativamente ao que os processos requeriam, caso de descargas a partir de condutas, de excessos na rega, de torneiras abertas sem necessidade, ou de rejeição sem reciclagem na indústria, por exemplo. Os desperdícios implicam custos na mobilização dos recursos hídricos sem que se retire benefício da sua utilização.

Devemos, sobretudo, distinguir entre usos benéficos e usos não benéficos (Figuras 2 e 3). Serão benéficos aqueles que levam à obtenção

do produto desejado: no caso da rega, a água utilizada para a evapotranspiração da cultura e, em presença de salinidade, a fracção de lavagem, i.e., a água que percola através da zona radicular e arrasta os sais de modo a controlar a qualidade do solo; no caso de usos domésticos, a fracção da água que é efectivamente utilizada para o fim desejado. Não são benéficos os usos de água em excesso que, em rega, percola para além da zona explorada pelas raízes ou que se escoam à superfície do terreno por excessiva, ou

em usos domésticos, a que corre de torneiras abertas sem se lhe dar utilidade ou que corresponde a banhos exageradamente longos, por exemplo.

Estes conceitos podem, pois, estender-se aos usos não agrícolas da água como se aponta na Figura 4 e essa será a sua principal vantagem: utilizar os mesmos indicadores de uso da água em regadio e em usos industriais, domésticos ou outros.



Figura 3. Usos benéficos e não benéficos da água em regadio

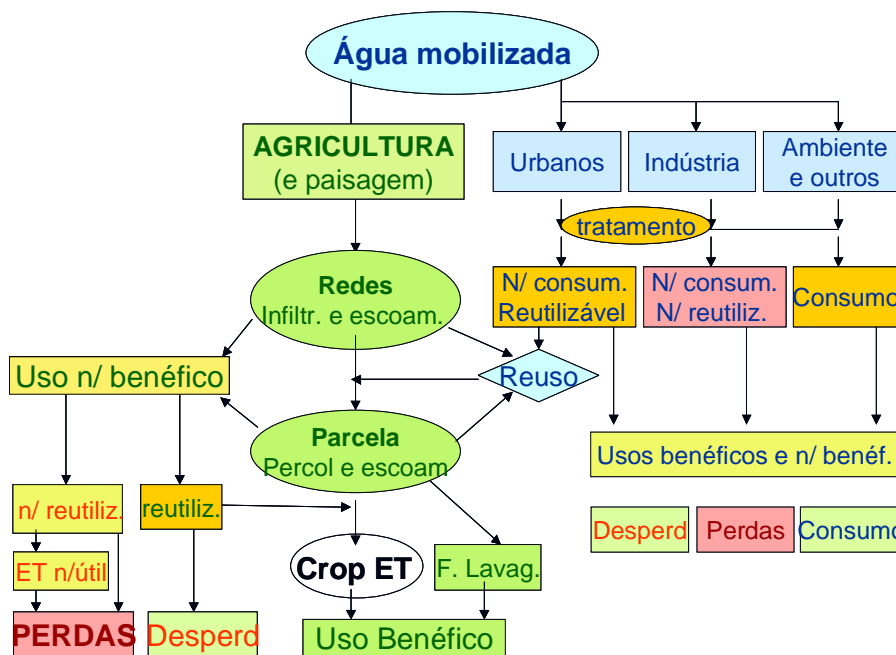


Figura 4. Usos e consumos de água, benéficos e não benéficos; perdas e desperdícios no uso da água em regadio e em usos não agrícolas

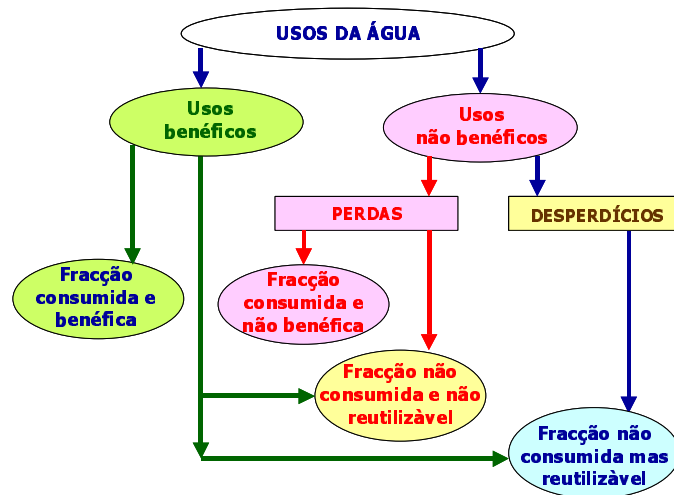


Figura 5. Bases para a definição de indicadores de qualidade do uso da água

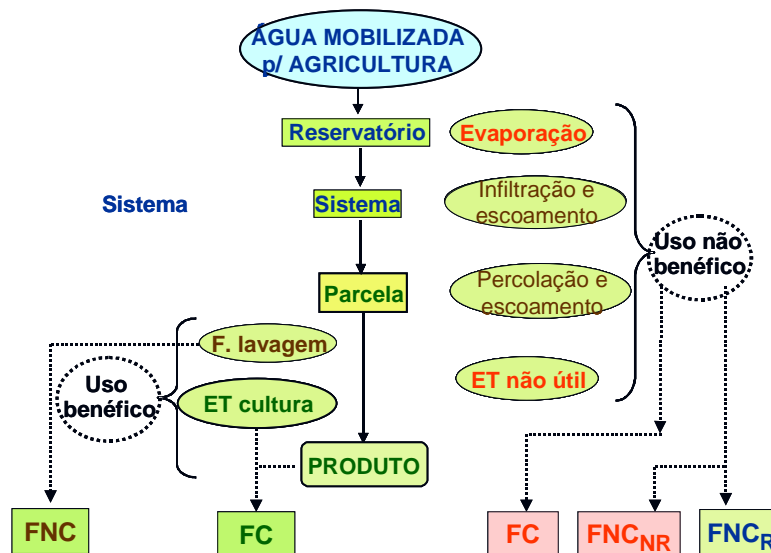


Figura 6. Fracções consumidas ou não, reutilizáveis ou não e benéficas e não benéficas no uso da água em regadio

INDICADORES DA QUALIDADE DO USO DA ÁGUA

Adoptando estes conceitos é possível reconhecer os caminhos da água mobilizada, saber a fracção que se consumiu e a fracção que resta disponível para novas utilizações após o seu uso primeiro, bem como saber se o seu uso foi ou não benéfico. Ao reconhecimento dos caminhos da água usada podem associar-se indicadores (Figura 5) e com eles definir-se perspectivas claras para melhor usar a água, incluindo em termos de conservação do recurso e poupança no

seu uso.

Tais indicadores, comuns a usos agrícolas, domésticos, industriais e outros, podem definir-se do modo seguinte (Figura 6):

- A *fracção consumida e benéfica* (FC-B), que consiste na fracção de água usada que se evapora como consequência das exigências de uso, que é incorporada no produto ou é consumida como bebida ou alimento e, portanto, deixa de ser disponível após uso.
- A *fracção consumida e não benéfica* (FC-

NB), que consiste na fracção de água usada que se evapora em processo associado ao da finalidade de uso mas não requerido por este, ou por qualquer outra forma é perdida, deixando de estar disponível após uso.

- A *fracção não consumida mas reutilizável* (FNC_R), que consiste na fracção de água usada que não tendo sido consumida quando usada em dada actividade - produção, processo ou serviço - é retornada com qualidade aceitável a águas doces superficiais ou subterrâneas não degradadas e pode ser usada de novo. A esta fracção correspondem tanto usos benéficos (FNC_R-B) como não benéficos (FNC_R-NB).
- A *fracção não reutilizável* (FNC_{NR}), que consiste na fracção de água usada que não sendo consumida quando usada em dada actividade - produção, processo ou serviço - é retornada com qualidade inaceitável, ou é adicionada a águas superficiais ou subterrâneas degradadas, ou a meios de água salgada e não pode ser usada de novo a não ser recorrendo a processos de tratamento especiais. Correspondem-lhe igualmente usos benéficos ($FNC_{NR}-B$) e não benéficos ($FNC_{NR}-NB$).

Estes conceitos e os consequentes indicadores são referidos na Tabela 2 para usos agrícolas, domésticos, industriais, recreacionais, paisagísticos e outros.

Recorrendo aos indicadores acima definidos ultrapassa-se o uso generalizado do termo "eficiência", infelizmente aplicado de forma muito díspar e, frequentemente, de forma muito desajustada das realidades (Jensen, 1996; Pereira *et al.*, 2002a; Pereira, 2003). De facto, baixas eficiências não significam fortes perdas e altas eficiências não correspondem nem a poupança nem a maiores disponibilidades para outros utilizadores. O conceito de eficiência - razão entre as quantidades saídas e entradas num dado sistema ou sub-sistema - deve ficar reservado para finalidades específicas em que a sua definição seja precisa. Acontece, porém, que reconhecer os caminhos da água desde que é mobilizada até que é consumida e retornada ao ambiente exige maior rigor de análise e se torna mais difícil do que calcular uma simples razão entre duas quantidades. Mas se o objectivo é tornar mais racional e seguramente sustentável o uso da água, então é necessário saber como é usada

e, nos seus caminhos, onde pode ser conservada ou poupada.

USO EFICIENTE DA ÁGUA, EFICIÊNCIA EM REGA E PRODUTIVIDADE DA ÁGUA

Face aos conceitos e indicadores apresentados acima, pode dizer-se que a convivência com a escassez e a resposta aos desafios ambientais exigem que os desempenhos dos sistemas hídricos, agrícolas e não agrícolas, sejam reconhecidos em termos de conhecer os caminhos da água e, por eles, onde e como maximizar os usos benéficos, minimizar perdas e controlar desperdícios (Figura 7). Isto é, em agricultura, abandonaríamos a frase tão usada -aumentar a eficiência da rega- para a substituir por melhorar os desempenhos do regadio.

Os desempenhos a que nos referimos são a minimização dos usos não benéficos com especial incidência nas perdas de água, a maximização dos consumos benéficos que conduzem à produção pretendida e a optimização dos usos benéficos não consumptivos. Por este meio estamos não só agindo sobre as quantidades usadas, isto é, sobre a procura, mas também sobre o controlo da contaminação por caudais retornados por escoamento e por transporte através da percolação. Necessitamos, porém, de continuar a usar indicadores para a qualidade dos processos (Figura 8).

No que se refere aos sistemas hídricos - captação, transporte e distribuição- a melhor forma de caracterizar estes processos é em termos de serviço (Renault e Vehmeyer, 1999; Pereira, 2001) ou pelo uso de indicadores de "benchmarking" (Malano *et al.*, 2004; Rodriguez *et al.*, 2004; Malano e Malano, 2006). De qualquer forma, a tendência é para abandonar o critério simplista de eficiência de transporte e de distribuição (Bos, 1997).

Na aplicação da água à parcela, porém, o conceito de eficiência de aplicação continua a ser útil (Burt *et al.*, 1997); deve porém ser usado conjuntamente com a uniformidade de distribuição, DU, já que esta caracteriza as potencialidades do sistema enquanto a eficiência caracteriza a sua gestão pelo agricultor (Pereira, 1999; Pereira *et al.*, 2002b). De facto, um sistema mal concebido gera baixa DU que impede que o agricultor possa geri-lo para atingir alta eficiência o que faz com que melhorar esta sem atender àquela é inapropriado. Por outro lado, sendo a eficiência altamente dependente da condução da rega, e sendo esta muitas vezes influenciada pela gestão dos sistemas de distribuição, faz com

que este indicador de desempenho possa ter interpretação difícil ou errada. Porém, caracteriza de facto o que acontece em determinada rega

em dado campo e para dado agricultor.

	Águas consumidas	Águas não consumidas e não reutilizáveis	Águas não consumidas mas reutilizáveis
Usos benéficos	<p><i>REGA</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ET das culturas regadas evaporação para controlo climático água no produto 	<ul style="list-style-type: none"> fracção de lavagem adicionada a águas salinas 	<ul style="list-style-type: none"> fracção de lavagem adicionada a águas reutilizáveis
<i>USOS DOMÉSTICOS E INDUSTRIAIS</i>			
	<ul style="list-style-type: none"> água nos alimentos e bebidas água incorporada em produtos ET da vegetação e evaporação de lagos em áreas de recreio 	<ul style="list-style-type: none"> efluentes domésticos, urbanos, e industriais não tratados efluentes de boa qualidade lançados para águas salinas 	<ul style="list-style-type: none"> efluentes domésticos, urbanos, e industriais tratados caudais retornados não degradados da geração de energia e de controlo da temperatura
Usos não benéficos	<p><i>REGA</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ET de excesso de água do solo e de freatófitas evaporação a partir dos aspersores evaporação a partir de canais e reservatórios 	<ul style="list-style-type: none"> percolação para lençóis freáticos salinos águas de retorno e de descargas drenando para águas superficiais degradadas ou o oceano 	<ul style="list-style-type: none"> percolação para lençóis freáticos de boa qualidade águas de retorno e de descargas não degradadas
<i>USOS DOMÉSTICOS E INDUSTRIAIS</i>			
	<ul style="list-style-type: none"> ET de vegetação não benéfica evaporação de águas desperdiçadas evaporação a partir de canais e reservatórios 	<ul style="list-style-type: none"> percolação a partir de áreas urbanas e de lazer para lençóis salinos fugas a partir de sistemas urbanos e industriais para lençóis salinos, águas degradadas e o oceano 	<ul style="list-style-type: none"> águas de qualidade de percolação e de fugas para lençóis freáticos de boa qualidade fugas e descargas de sistemas urbanos reutilizáveis
	Fracção consumida	Fracção não reutilizável	Fracção reutilizável

Tabela 2. Regimes de escassez de água (adaptado de Pereira *et al.*, 2002a)

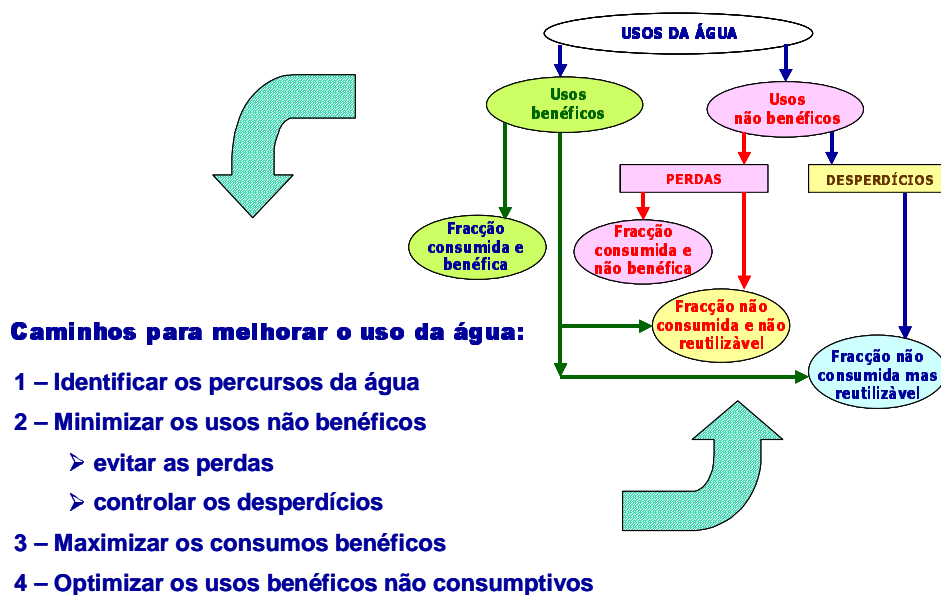


Figura 7. Caminhos para melhorar os usos da água pela identificação das fracções de usos benéficos e não benéficos

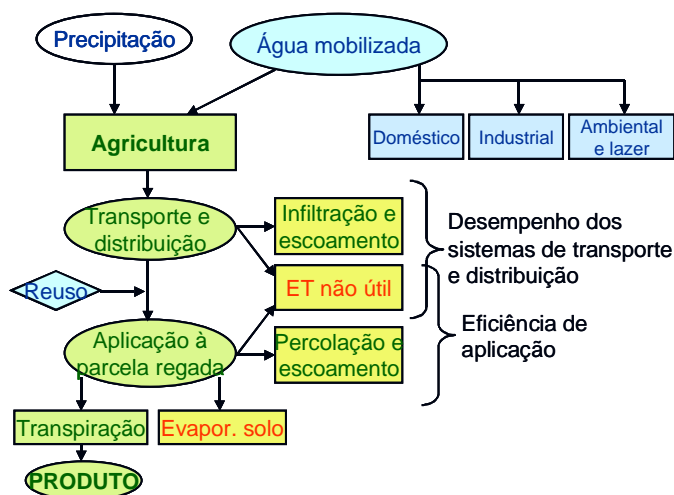


Figura 8. Indicadores relativos aos processos de uso da água em regadio e usos não agrícolas

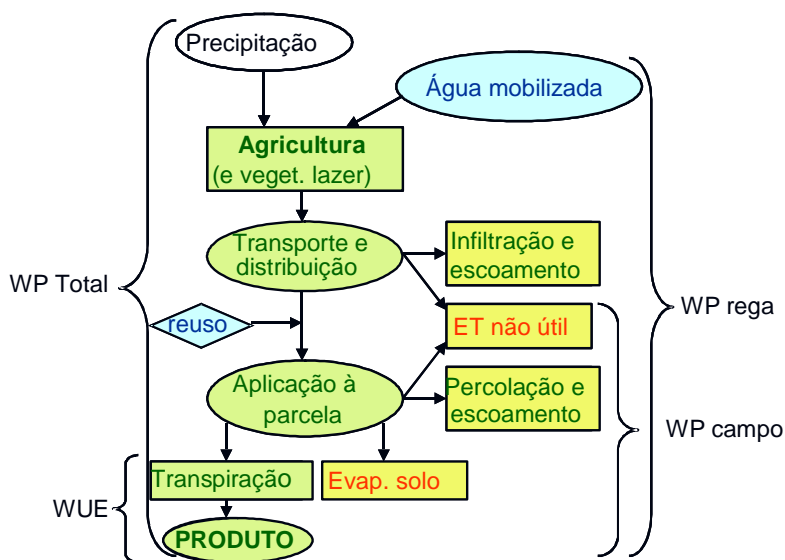


Figura 9. Indicadores relativos aos processos de uso da água em regadio e usos não agrícolas

Recentemente vem surgindo a produtividade da água (WP) como indicador essencial, mesmo como objectivo na gestão da rega. É necessário, porém, tornar claro o seu significado (Figura 9). Neste contexto, definimos produtividade da água pela razão entre a quantidade de produto e a quantidade de água usada para que essa produção fosse atingida, exprimindo-se pois em kg/m^3 .

Na verdade (Figura 9) tanto pode considerar-se a totalidade da água usada pela cultura como apenas a de rega. A primeira deverá designar-

se por WP total ou global e a segunda por WP da rega; por outro lado, pode esta ser analisada a nível de um sistema de rega ou do campo onde a produção se realiza. Finalmente, é necessário distinguir WP de eficiência do uso da água (WUE) -outro termo frequentemente mal usado- e que representa a relação entre a assimilação e a transpiração, no limite entre o produto e a água consumida (Steduto, 1996), sendo que a WUE caracteriza qualquer planta, tanto em sequeiro como em regadio, mas não necessariamente uma cultura.

Mais importante do que maximizar WP será

optimizar a produtividade económica da água de rega (WEP), razão entre o rendimento do produto e a quantidade de água mobilizada para lhe dar origem. A WEP corresponde a óptimos diferentes entre as grandes explorações agrícolas, viradas para o mercado e recorrendo a trabalho assalariado, e as pequenas explorações familiares, cujo trabalho é remunerado pelo rendimento da cultura, e para as quais o factor limitante é a terra, e que por isso têm forçosamente que maximizar a produtividade da terra e não a da água. Necessita-se de adequada investigação que torne claras as relações entre custos de desempenhos dos sistemas que conduzem a melhor produtividade e eficiência, custos de produção e rendimentos de forma a que qualquer optimização conduza a impactos sociais positivos.

CONSERVAÇÃO E POUPANÇA DE ÁGUA

Retomando os conceitos expostos na introdução, à conservação da água correspondem medidas políticas e de gestão e práticas dos utilizadores visando conservar e preservar os recursos hídricos potencialmente disponíveis, tanto em termos de quantidade como de qualidade, nomeadamente evitando perdas e combatendo a degradação dos recursos hídricos disponíveis; à poupança de água, por seu lado e complementarmente, correspondem medidas e práticas que visam limitar ou controlar a procura e o uso da água em condições de carência, essencialmente evitando desperdícios e usos não benéficos da água. Tanto a conservação como a poupança são determinadas pela natureza dos problemas de escassez de água (cf. Tabela 1) que se pretendem resolver e na perspectiva da convivência com a escassez, como se analisou em trabalho anterior, tanto para a agricultura como para usos domésticos, urbanos, industriais e outros (Pereira *et al.*, 2002a).

Pela sua importância, referimos aqui apenas algumas dessas medidas. Em primeiro lugar, chama-se à atenção para a educação e a informação como medida de conservação e poupança, tanto por criarem atitudes favoráveis à convivência com a escassez como por servirem de meio à adopção de práticas de conservação e poupança. Sem que as sociedades de abundância tomem claramente consciência e responsabilidade não é possível que as medidas de conservação e poupança sejam assumidas por todos. Não é um problema dos agricultores, nem dos industriais, é um problema de todos. A educação, a todos os níveis e para todos os utilizadores conforme os respectivos usos, é pri-

oritária. Porém, é também uma educação para a solidariedade, que evite a formulação dos deveres dos outros sem reconhecer os próprios; uma educação para a cidadania participativa, que não empurre as responsabilidades para as instituições e os seus dirigentes mas que provoque a participação dos cidadãos na resolução dos seus problemas. Uma educação que é tanto mais relevante quanto as situações de escassez possam ser minoradas pela sociedade, como é a convivência com as secas e o combate à desertificação.

Outro aspecto relevante é o que respeita às redes de monitorização, à informação sobre as variáveis climatológicas e hidrológicas observadas e à exploração desta informação em termos de proporcionar ferramentas de apoio à decisão para gestores e utilizadores, nomeadamente em agricultura. De há muito que para as regiões e países vulgarmente afectados pela seca se propõe a criação de observatórios que, realizando trabalho em rede ligando diversas instituições, pudesse proporcionar alerta -não alarme!- sobre o início, evolução, e dissipação das secas de forma a tornar possível tanto medidas proactivas como reactivas adequadas (cf. Rossi, 2003). Acontece, porém, que as instituições do Estado são ciosas das suas prerrogativas e pretendem manter os seus poderes dirigindo por si, com colaborações externas controladas, a informação. De facto, usando métodos estocásticos aplicados ao índice SPI (Paulo *et al.*, 2005) foi possível prever a evolução da última seca no Alentejo. Em Maio de 2004 sabia-se da situação de seca mas esta só foi declarada em 2005; se tivesse ocorrido colaboração efectiva entre serviços públicos e investigadores, teria sido possível alertar os agricultores para que tomassem medidas adequadas ao risco de agravamento da seca, como se veio a verificar. Choveu no Outono, e a seca oficialmente acabou; porém, os índices de seca continuaram a mostrar a sua continuação por 2006 fora. Não será melhor alertar os gestores de sistemas hídricos para que adaptem a gestão à probabilidade de a secar continuar? Ou chamar à atenção dos utentes das redes urbanas para que controlem usos menos necessários? Ou avisar os agricultores para que tomem decisões que possam minorar os impactos da seca? Como induzir conservação e poupança para conviver com as secas se a correspondente informação não for disponibilizada com a melhor antecedência?

A investigação tem proporcionado grande número de ferramentas visando a conservação

e a poupança de água em todos os sectores e abrangendo uma larga panóplia de medidas e práticas, mas a passagem da informação à prática, o uso dos resultados da investigação por gestores e decisores, ou mesmo a informação destes sobre os progressos que a investigação pode produzir estão muito aquém das possibilidades e necessidades. Querirá isto dizer que as medidas e práticas de conservação não requerem inovação? Ou que, só devem ser implementadas excepcionalmente e, portanto, não merecem atenção excessiva? Ou porque só quando um problema se agudiza se lhe procura a solução de momento? Como induzir conservação e poupança para conviver com a escassez se não se cuida de encontrar mecanismos que introduzam as correspondentes inovações de forma adequada? Há que passar da perspectiva de que os problemas se abordam pela mitigação dos impactos a uma atitude proactiva de preparação e de gestão do risco.

PREÇO DA ÁGUA OU VALOR DA ÁGUA?

A tendência actual para reduzir as soluções boas ou más a um problema de mercado faz com que muitos gestores considerem que a conservação e a poupança se resolvem pelo “No último decénio, tem sido preocupação dos gestores da água fazer com que os agricultores paguem a água que usam a um preço unitário que os leve a diminuir a procura e, eventualmente, cubra as despesas do serviço que lhes disponibiliza essa água. Estudos realizados na fase de preparação da Directiva Quadro da Água (Sumpsi, 1998; Blanco, 2002) mostraram que as políticas tarifárias poderiam levar a uma perda significativa do rendimento dos agricultores, gerando apenas uma poupança mínima de água, especialmente quando a procura seja mais inelástica. Aquele autor concluía que para se atingir uma poupança significativa seria necessário recorrer a tarifas muito elevadas e que tal conduziria a perda da intensificação própria do regadio, a abandono do regadio e, até mesmo, da actividade agrícola, com consequências económico-sociais muito importantes em termos de produção, de impossibilidade de recuperação dos custos e perda de emprego no meio rural. Sumpsi (1998) apontava como necessário que a política tarifária fosse acompanhada de uma política de incentivos económicos à poupança. preço da água”. Tal é particularmente evidente na formulação da política europeia sobre água que acrescentou ao princípio do

poluidor-pagador o do consumidor-pagador.

No último decénio, tem sido preocupação dos gestores da água fazer com que os agricultores paguem a água que usam a um preço unitário que os leve a diminuir a procura e, eventualmente, cubra as despesas do serviço que lhes disponibiliza essa água. Estudos realizados na fase de preparação da Directiva Quadro da Água (Sumpsi, 1998; Blanco, 2002) mostraram que as políticas tarifárias poderiam levar a uma perda significativa do rendimento dos agricultores, gerando apenas uma poupança mínima de água, especialmente quando a procura seja mais inelástica. Aquele autor concluía que para se atingir uma poupança significativa seria necessário recorrer a tarifas muito elevadas e que tal conduziria a perda da intensificação própria do regadio, a abandono do regadio e, até mesmo, da actividade agrícola, com consequências económico-sociais muito importantes em termos de produção, de impossibilidade de recuperação dos custos e perda de emprego no meio rural. Sumpsi (1998) apontava como necessário que a política tarifária fosse acompanhada de uma política de incentivos económicos à poupança.

Este mesmo tipo de resultados foi obtido em estudos realizados em Portugal. Tanto Pinheiro e Saraiva (2002) como Noéme e Fragoso (2004) mostraram que as áreas regadas vão diminuindo à medida que o preço da água vai aumentando e, com essa diminuição, vão também decrescendo progressivamente o rendimento do produtor e o emprego. Isto é, o mecanismo “preço” gera de facto a diminuição da procura de água mas com consequências que certamente ultrapassam os ganhos na economia do recurso água. O mesmo tipo de resultados foi obtido para vários outros países europeus mediterrânicos (Vecino e Martín, 2004) mostrando que a política de “preços da água” tem que atender ao tipo de sistemas de produção e à elasticidade das curvas de procura, sendo afinal uma medida de difícil implementação. Aliás, demonstrou-se que a adopção da rega deficitária para fazer face a situações de carência hídrica devida a seca pode ser de difícil aplicação, isto é, que a poupança pretendida pode levar a resultados económicos negativos e ser preferível reduzir as áreas regadas em lugar de praticar rega deficitária em culturas de Verão (Rodrigues *et al.*, 2003; Zairi *et al.*, 2003) constatou-se que as culturas de Verão são dificilmente rentáveis em rega deficitária quando as poupanças desejadas sejam fortes. Naturalmente, para além do tipo de produtos e cor-

respondente elasticidade da procura, também a qualidade dos desempenhos da rega influencia os resultados.

Este facto traz-nos à discussão a problemática dos desempenhos dos sistemas de rega. Os resultados de um estudo de avaliação de sistemas de rega mostram a ocorrência de desempenhos claramente inferiores aos esperados tanto em rega de aspersão como em microrrega (Pereira, 2005). Tal é devido, por um lado, a opções de projecto conducentes a baixo custo de investimento, incapazes de proporcionar uniformidades de distribuição aceitáveis, e, por outro lado, a condições deficientes de gestão, resultantes de falta de aconselhamento técnico aos agricultores. As simulações realizadas para estes sistemas mostram que seriam necessários investimentos suplementares caso tais sistemas devessem operar de forma a reduzir os desperdícios e perdas de água - devidas ao vento no caso da aspersão - e a atingir níveis de produtividade da terra e da água mais elevados. A questão que se põe é a de saber até que ponto tais investimentos seriam capazes de ser economicamente rentáveis. Seria necessário perceber que mecanismos se deveriam implementar se os objectivos ambientais e de produção forem alterados. Estas interrogações correspondem a outros tantos temas de investigação. De momento fica a noção de que os mecanismos de custos da água de rega são complexos e de que a sua aplicação para provocar poupança de água deve ser diversificada e criteriosamente aplicada.

Os mecanismos para valorizar a água nas suas vertentes económica, social, ambiental e cultural são ainda pouco conhecidos mas são relevantes quando se pretende que os custos da água se tornem transparentes. Nesta perspectiva, referem-se avanços conseguidos no sentido de valorizar as diversas vertentes da multifuncionalidade da agricultura no caso do arroz regado (Matsuno e Masumoto, 2006). Tal avaliação para os nossos ambientes e paisagens de regadio dá ainda os primeiros passos mas deveria ser prioridade já que reconhecer os efeitos tangíveis e as externalidades da rega é condição para reconhecer o valor da água.

CONCLUSÃO

A análise apresentada visa essencialmente soluções ambientais do regadio e na perspectiva da convivência com a escassez. A conservação e a poupança de água têm que responder a objectivos e problemas concretos de forma a efectivamente servirem para conviver

com a escassez de água. Por outro lado, é sabido que os impactos da rega em termos de contaminação dos aquíferos se controlam quando se limitam as quantidades de água aplicadas e se rega na melhor oportunidade, o que faz com que as medidas e práticas de conservação e poupança sejam efectivas tanto em termos de quantidade como de qualidade. Porém, é forçoso reconhecer quais os processos determinantes da escassez para escolher as medidas e práticas adequadas, tal como é necessário reconhecer os percursos do uso da água para identificar os caminhos que podem levar ao melhor uso. Nesta perspectiva, propõem-se novos indicadores que, ultrapassando o uso tradicional do termo eficiência, permitam distinguir usos consumptivos dos não consumptivos, entre estes as fracções reutilizáveis e não reutilizáveis e, para todos, os usos benéficos e não benéficos. Desta forma é possível analisar os caminhos conducentes a um uso mais eficiente da água, a melhores produtividades da água, naturalmente a poupança e conservação, visando evitar perdas, minimizar desperdícios e maximizar os usos benéficos.

A implementação de medidas e práticas de conservação e poupança passa por uma nova atitude da sociedade relativamente à água, que compreenda o seu valor global e que resulte em formas de cidadania participativa. O recurso ao mecanismo de "preço" da água tem efeito nos sectores e actividades onde haja elasticidade na estrutura dos custos mas não para a maioria das situações em agricultura de regadio. É necessário conhecer melhor as implicações económicas da melhoria dos sistemas de rega quando se pretenda melhorar os seus desempenhos, tal como é necessário reconhecer com profundidade a multifuncionalidade dos regadios e, assim, se conseguir atribuir à água um valor não apenas económico mas também social, ambiental e paisagístico.

Gestores e decisores têm que assumir também uma atitude nova face aos utilizadores, no sentido de os esclarecer e fazer participar, e face à própria gestão de forma a efectivamente reconhecerem os usos e as formas de tornar mais racional e sustentável o uso da água. A adopção de novos indicadores, comuns a usos agrícolas e não agrícolas da água, pode favorecer uma nova atitude. Numa sociedade de abundância e essencialmente urbanizada, a conservação e a poupança não podem ser apenas obrigação dos agricultores, além de que a sociedade lhes deve prestar apoios, nomeadamente de carácter técnico,

que lhes permitam encontrar novas perspectivas para responder aos desafios de sustentabilidade e multifuncionalidade do regadio.

REFERÊNCIAS

- Allen, R.G., Willardson, L.S. e Frederiksen, H.D., (1997). Water use definitions and their use for assessing the impacts of water conservation. In *Sustainability Irrigation in Areas of Water Scarcity and Drought* (Proc. ICID Workshop, Oxford), J.M. de Jager, L.P. Vermes, and R. Ragab (eds.), British Nat. Com. ICID, Oxford, pp. 72–81.
- Blanco Fonseca, M., (2002). Análisis de políticas de modernización de regadíos en España: aspectos económicos e institucionales. In *III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, (Sevilla), Fundación Nueva Cultura del Agua, Zaragoza.
- Bos, M.G., (1997). Performance indicators for irrigation and drainage. *Irrig. Drain. Syst.*, 11, 119–137.
- Burt, C.M., Clemmens, A.J., Strelkoff, T.S., Solomon, K.H., Bliesner, R.D., Hardy, L.A., Howell, T.A. e Eisenhauer, D.E., (1997). Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. *J. Irrig. Drain. Engng.*, 123, 423–442.
- FAO, (1990). *An International Action Programme on Water and Sustainable Agricultural Development*. FAO, M/U1108/E/9-90, Rome, 42 pp.
- Jensen, M.E., (1996). Irrigated agriculture at the crossroads. In *Sustainability of Irrigated Agriculture*, L.S. Pereira, R.A. Feddes, J.R. Gilley, and B. Lesaffre (eds.), Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, pp. 19–33.
- Malana, N.M. e Malano, H.M., (2006). Benchmarking productive efficiency of selected wheat areas in Pakistan and India using data envelopment analysis. *Irrig Drain.*, 55(4), 383–394.
- Malano, H.M., Burton, M. e Makin, I., (2004). Benchmarking performance in the irrigation and drainage sector: a tool for change. *Irrig Drain.*, 53(2), 119–133.
- Matsuno, Y. e Masumoto, T. (guest editors), (2006). Multifunctionality of Paddies. Special Issue of *Paddy and Water Environment* 4(4).
- Noéme, C. e Frago, R., (2004). Evaluation of alternative policies of irrigation water price. Application to large farms in Alentejo Region. *Agricultural Engineering International*, Manuscript LW 04 006. Vol. VI, (<http://cigrjournal.tamu.edu/volume6.html>).
- Paulo, A.A., Ferreira, E., Coelho, C. e Pereira, L.S., (2005). Drought class transition analysis through Markov and Loglinear models, an approach to early warning. *Agric. Water Manage.*, 77, 59–81.
- Pereira, L.S., (1999). Higher performances through combined improvements in irrigation methods and scheduling: a discussion. *Agric. Water Manage.*, 40 (2), 153–169.
- Pereira, L.S., (2001). Desempenho de sistemas de rega. *Ingeniería del Agua*, 8(3), 329–338.
- Pereira, L.S., (2003). Performance issues and challenges for improving water use and productivity (Keynote). In *Participatory Management of Irrigation Systems, Water Utilization Techniques and Hydrology*, T. Hata and A. H. Abdelhadi (eds.), Proc. Int. Workshop, The 3rd World Water Forum, Kyoto, Water Environment Lab., Kobe University, pp. 1–17.
- Pereira, L.S. (coord.), (2005). *Modernização das práticas e da condução da rega no Alentejo*. Rel. Final Projecto AGRO, ISA, DER, Lisboa.
- Pereira, L.S. e Paulo, A.A., (2004). Recursos hídricos, secas e desertificação. In *A Desertificação - Sinais, V. Louro* (ed.), *Dinâmicas e Sociedade*, Ed. Piaget, Lisboa, pp. 47–62.
- Pereira, L.S., Cordery, I. e Iacovides, I., (2002a). Coping with Water Scarcity. UNESCO IHP VI, Technical Documents in Hydrology No. 58, UNESCO, Paris, 267 p. (acessível por: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001278/127846e.pdf>)
- Pereira, L.S., Oweis, T. e Zairi, A., (2002b). Irrigation management to cope with water scarcity. *Agric. Water Manag.*, 57, 175–206.
- Pereira, L.S., Louro, V., Rosário, L. e Almeida, A., (2006). Desertification, territory and people, a holistic approach

- in the Portuguese context. In *Desertification in the Mediterranean Region: a Security Issue*, W.G. Kepner, J.L. Rubio, D.A. Mouat and F. Pedrazzini (Eds.), NATO Sc.Com., AK/Nato Publishing Unit, Springer-Verlag, Dordrecht, pp. 269–289.
- Pinheiro, A.C. e Saraiva, J.P., (2002). Avaliação da sustentabilidade do regadio no Alentejo face à Directiva Quadro da Água: uma simulação com programação multi-objectivo. In III Cong. Ibérico sobre Gestão e Planificação da Água (Sevilla), Fundación Nueva Cultura del Agua, Zaragoza.
- Renault, D. e Vehmeyer, P.W., (1999). On reliability in irrigation service preliminary concepts and application. *Irrigation and Drainage Systems*, 13(1), 75–103.
- Rodrigues, P.N., Machado, T., Pereira, L.S., Teixeira, J.L., El Amami H. e Zairi, A., (2003). Feasibility of deficit irrigation with center-pivot to cope with limited water supplies in Alentejo, Portugal. In *Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions*, G. Rossi, A. Cancelliere, L. S. Pereira, T. Oweis, M. Shatanawi, A. Zairi (Eds.), Kluwer, Dordrecht, pp. 203–222.
- Rodriguez Diaz J.A., Camacho Poyato E. e Lopez Luque R., (2004). Applying benchmarking and data envelopment analysis (DEA) techniques to irrigation districts in Spain. *Irrig Drain.*, 53(2), 135–143.
- Rossi, G., (2003). Requisites for a drought watch system. In *Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions*, G. Rossi, A. Cancellieri, L.S. Pereira, T. Oweis, M. Shatanawi, and A. Zairi (Eds.), Kluwer, Dordrecht, pp. 147–157.
- Shiklomanov, I.A., (2000). Appraisal and assessment of world water resources. *Water Intern.*, 25(1), 11–32.
- Solomon, K.H. e Davidoff, R., (1999). Relating unit and sub-unit irrigation performance. *Trans. ASAE*, 42(1), 115–122.
- Steduto, P., (1996). Water use efficiency. In *Sustainability of Irrigated Agriculture*, L.S. Pereira, R. Feddes, J.R. Gilley, and B. Leffaffre (Eds.), Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, pp. 193–209.
- Sumpsi Viñas, J.M., (1998). Efectos de las políticas tarifarias sobre la demanda de agua, renta agraria y recuperación de costes de la agricultura de regadío en España. In *I Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, (Zaragoza), Fundación Nueva Cultura del Agua, Zaragoza, pp. 351–376.
- UN Water, (2006). *Water, A Shared Responsibility*. The United Nations World Water Development Report 2, UNESCO, Paris, (www.unesco.org/water/wwap).
- UNEP, (2002). *Global Environment Outlook 3. Past, present and future perspectives*. United Nations Environment Programme and Earthscan Publications Ltd, London.
- Vecino, J.B. e Martín, C.G. (eds.), (2004). *Sustainability of European Irrigated Agriculture under Water Framework Directive and Agenda 2000*, WADI: EVK1-CT-2000-00057. European Commission, Directorate-General for Research, Brussels.
- WCED, (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, New York.
- Zairi, A., El Amami, H., Slatni, A., Pereira, L.S., Rodrigues, P.N. e Machado, T., (2003). Coping with drought: deficit irrigation strategies for cereals and field horticultural crops in Central Tunisia. In *Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions*, G. Rossi, A. Cancelliere, L. S. Pereira, T. Oweis, M. Shatanawi, A. Zairi (Eds.), Kluwer, Dordrecht, pp. 181–201.